

PCT/SE 03 / 0 0 9 3 3

10' 517145

PRV

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET
Patentavdelningen

Intyg Certificate

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

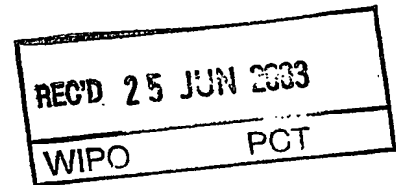
This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande ABB AB, Västerås SE
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer 0201761-4
Patent application number

(86) Ingivningsdatum 2002-06-07
Date of filing



Stockholm, 2003-06-13

För Patent- och registreringsverket
For the Patent- and Registration Office

Lina Oljeqvist
Lina Oljeqvist

Avgift
Fee

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Referens: SE 400 208 AMR
Sökande: ABB AB

Tekniskt område

Sökningsområde

Förhållande till

5 STYRSYSTEM

TEKNISKT OMRÅDE

10 Föreliggande uppfinning avser ett styrsystem för styrning av en eller flera manipulatorer, varvid styrsystemet innefattar en eller flera datorer och drivenheter för styrning av manipulatorerna. En manipulator är en rörlig mekanisk enhet vars rörelser drivs av en eller flera motorer. Uppfinningen är tillämpbar på alla typer av mekaniska enheter vilkas rörelser styrs av ett datorprogram. Ex-
15empel på manipulatorer är industrirobotar och transportmedel såsom rullband. Uppfinningen är särskilt användbar i samband med styrning av industrirobotar.

20 Föreliggande uppfinning avser även användning av styrsystemet enligt uppfinningen för styrning av en industrirobot.

Föreliggande uppfinning avser även en metod för styrning av en eller flera manipulatorer.

25 TEKNIKENS STÅNDPUNKT

30 En industrirobot innefattar ett flertal armar som är vridbara relativt varandra kring ett flertal axlar. Axlarnas rörelser drivs av motorer monterade på varje axel. Axlarnas hastigheter och accelerationer styrs av robotens styrsystem som genererar styrsignaler till motorerna. Styrsystemet innefattar drivdon som styr motorerna genom att omvandla likström till en variabel växelström i beroende av styrsignaler från en axeldator. Varje motor har ett eget drivdon. Styrsystemet kan ha en eller flera axeldato-
35rer. Vidare innefattar styrsystemet en huvuddator som är anpassad för att exekvera ett program med instruktioner för rörelserna och som förser axeldatorn med styrinstruktioner. Dessa styrin-

struktioner omvandlas sedan av axeldatorn till styrsignaler för drivdonen. Axeldatorns funktion är således att se till att order från huvuddatorn utförs. Huvuddatorn har till uppgift att planera robotens rörelsebana, s. k. banplanering, och axeldatorn har till uppgift att se till att roboten utför den planerade banan. Styrsignalerna till drivdonen bestämmer motormoment, motorhastigheter och drivdonsströmmar för varje axel. Huvuddatorn har även många andra uppgifter såsom att hantera I/O system, applikationsprogram, interpolering och kommunikation med externa system.

15 Ett traditionellt styrsystem till en industrirobot utgörs av en sammanhållen enhet, där de olika delarna i styrsystemet, såsom huvuddator, axeldator och drivdon, är monterade i ett och samma skåp med en gemensam kraftförsörjning, ett gemensamt gränssnitt utåt och ett gemensamt hölje. Styrsystemet är försett med en intern buss för kommunikation mellan de olika delarna.

20 Det är känt från Europapatent nr 728 559 B1 att istället anordna drivdonen direkt på roboten. Vart och ett av drivdonen monteras i anslutning till den motor som det ska styra. Detta är fördelaktigt, eftersom kablarna mellan drivdonen och motorn blir kortare, vilket minskar utstrålningen av högfrekventa elektromagnetiska vågor som i sin tur kan orsaka störningar. Ytterligare en fördel med 25 kortare kablar är att man minskar risken för inkommande EMC-störningar på styrsignalerna.

Det är vanligt att ha flera robotar anordnade tillsammans i tillverkningsceller eller längs med en tillverkningslina. I sådana tillämpningar är robotarna antingen försedda med var sitt styrsystem eller med ett gemensamt styrsystem. Ett sådant gemensamt styrsystem innehåller en huvuddator och en eller flera axeldatorer samt en drivenhet per robot. En drivenhet innefattar ett flertal drivdon, vanligtvis mellan sex och nio drivdon beroende på hur många motorer som ska styras. Axeldatorerna och huvuddatorn kommunicerar via en intern buss.

En nackdel med dessa styrsystem är att de är oflexibla. Om man till exempel vill lägga till en ny funktion eller byta ut någon del av styrsystemet så måste man idag gå in och ändra i det befintliga styrsystemet. För att man ska kunna lägga till flera robotar måste
5 det befintliga styrsystemet antingen vara överdimensionerat redan från början avseende datorkraft och strömförsörjning eller också måste hela eller delar av styrsystemet bytas ut eller byggas om för att erhålla nödvändig datorkraft och strömförsörjning.

10 REDOGÖRELSE FÖR UPPFINNINGEN

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla ett flexibelt styrsystem för styrning av en eller flera manipulatorer. Att styrsystemet är flexibelt innebär att det är lätt att ansluta en
15 ny manipulator till styrsystemet, att lägga till en ny funktion till styrsystemet och att byta ut någon del av styrsystemet.

Detta ändamål uppnås med det inledningsvis avgivna styrsystemet som kännetecknas av att styrsystemet innefattar ett flertal separata moduler, anordnade att hantera skilda funktioner, varvid
20 var och en av modulerna har sin egen strömförsörjning och är anordnad att kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna, varvid datorerna och drivenheterna är anordnade i modulerna. Varje modul är autonom och har ett eget väldefinierat
25 gränssnitt gentemot de övriga modulerna. De separata modulerna kan antingen placeras tillsammans eller geografiskt åtskilda på lämpliga platser.

Tack vare att styrsystemets funktioner har delats upp i ett flertal separata moduler med egen strömförsörjning är det lätt att lägga
30 till en ny funktion eller utöka styrsystemets kapacitet genom att ansluta en ny modul. När något går sönder hos styrsystemet, är det bara att byta ut den trasiga modulen. För varje modul som läggs till ökar styrsystemets totala strömförsörjning. Om en ny
35 manipulator ska anslutas till styrsystemet räcker det med att ansluta ytterligare en modul för att uppgradera styrsystemet. Styrsystemet behöver således inte överdimensioneras från början.

Uppfinningen innebär att man identifierar självständiga funktionella enheter och skapar separata moduler med dessa funktioner. På så sätt minskas behovet av informationsutbyte mellan modulerna, vilket innebär att det inte behövs någon hög bandbredd för kommunikationskanalerna mellan modulerna. Därmed räcker det att använda vanliga enkla standardprotokoll för kommunikationen mellan modulerna och således kan billiga standardkomponenter användas.

10

Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar styrsystemet en separat huvuddatormodul och åtminstone en separat drivmodul, varvid huvuddatorn är anordnad i huvuddatormodulen och axeldatorn är anordnad i drivmodulen. Detta är fördelaktigt när man vill ansluta en ny manipulator till styrsystemet, eftersom det räcker att ansluta en ny drivmodul för att uppgradera styrsystemet både avseende strömförsörjning och datorkraft.

20

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar styrsystemet åtminstone två separata drivmoduler. Med fördel är varje drivmodul anordnad att styra en manipulator. Genom att inrätta varje drivmodul så att den styr en manipulator är det bara att ansluta en ny drivmodul varje gång man lägger till en ny enhet.

25

Enligt ytterligare en föredragen utföringsform av uppfinningen innefattar nämnda drivmodul en drivenhet som innehåller ett flertal drivdon. En fördel med att sätta drivdonen tillsammans med axeldatorn är att det blir lätt att ansluta en ny manipulator. Strömförsörjningen till drivmodulen är anpassad till antalet drivdon. När styrsystemet utökas med ytterligare en drivmodul, blir strömförsörjningen automatiskt anpassad till antalet drivdon och därmed till antalet anslutna manipulatorer. En fördel med att sätta alla drivdonen tillsammans i samma modul är att det gör det möjligt att förse drivdonen med gemensam kylning.

30

35

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen innefattar styrsystemet en separat transformatormodul, vilken har en transformator och är anordnad att transformera inkommande växelspanning till rätt spänningsnivå för modulerna. Olika länder levererar växelström med olika spänningsnivåer. Om det behövs en transformator och i så fall vilken, beror på vilket land som systemet ska stå i. Tack vare att transformatorn är anordnad som en separat modul är det enkelt att byta ut modulen om man behöver en annan transformator.

10

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen innefattar styrsystemet en separat kontrollpanelmodul med styrsystemets kontrollpanel. Genom att anordna kontrollpanelen i en separat modul är det möjligt att integrera kontrollpanelen i någon annan utrustning så att den blir lättillgänglig för operatören.

15

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen är var och en av modulerna innesluten i ett eget hölje. Höljet skyddar modulerna mot omgivningen och gör det möjligt att placera modulerna var för sig. Med fördel är modulerna anordnade fysiskt åtskilda. På så sätt kan modulerna lätt spridas ut och placeras på skilda platser. I många fall är det fördelaktigt att kunna sprida ut modulerna på olika platser. Drivmodulerna vill man helst placera så nära motorerna som möjligt för att få korta kablar som är mindre känsliga för EMC-störningar. I många industrier råder det brist på ledig golvyta på grund av komprimerade tillverkningsceller och linor. Med ett drivsystem enligt uppfinningen är det möjligt att placera de olika modulerna där det finns ledig golvyta.

20

25

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen är åtminstone några av modulerna anordnade att kommunicera via Ethernet. Ethernet är ett enkelt standardprotokoll. Genom att anordna modulerna så att de kan använda Ethernet kan billiga standardkomponenter användas.

30

35

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen innefattar styrsystemet åtminstone tre sådana moduler. Ett styrsystem kan

Innehålla många moduler, varav några moduler hanterar olika funktioner och andra hanterar samma funktion. Det är således möjligt att styrsystemet innehåller flera moduler med samma funktion. Med kännetecknet att styrsystemet innefattar åtminstone tre moduler avses att styrsystemet innefattar tre moduler, oberoende av om dessa hanterar skilda eller samma funktion.

Ytterligare ett ändamål med uppfinningen är att anvisa en metod för styrning av en eller flera manipulatorer. Detta ändamål uppnås med en metod som kännetecknas av att nämnda en eller flera datorer och drivenheter anordnas i moduler, att modulerna anordnas med egen strömförsörjning och att modulerna bringas att kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna. Styrsystemet delas upp i ett flertal separata moduler anordnade att hantera skilda funktioner, varvid modulerna förses med egen strömförsörjning och bringas att kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna.

Även om det inte uttrycks explicit i kraven så täcker uppfinningen också metoden i kombination med kännetecknen enligt något av bifogade krav på styrsystemet.

FIGURBESKRIVNING

Föreliggande uppfinning ska nu förklaras med hjälp av olika såsom exempel beskrivna utföringsformer och med hänvisning till de bifogade ritningarna.

Figur 1 visar ett styrsystem enligt känd teknik.

Figur 2 visar ett styrsystem enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Figur 3 visar ett styrsystem enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Figur 4 visar styrsystemet mer i detalj.

BESKRIVNING AV UTFÖRINGSFORMER

Figur 1 visar ett styrsystem 1 enligt teknikens ståndpunkt som styr tre industrirobotar 2. Styrsystemet 1 innehåller en huvuddator 4, tre axeldatorer 6 och tre drivenheter 8 som vardera innehåller ett antal drivdon. Varje drivenhet 8 är ansluten till en robot 2 och förser roboten med styrsignaler och elkraft. Huvuddatorn, axeldatorerna och drivenheterna är anordnade tillsammans och utgör en enhet som omsluts av ett gemensamt hölje 10. Styrsystemet har ett gemensamt strömförsörjningsaggregat som producerar spänningar med rätt kvalitet och med rätt nivå för alla delar som ingår i styrsystemet. Huvuddatorn och axeldatorerna kommunicerar med varandra och med drivenheterna via en intern buss som ej visas i figuren.

Ett styrsystem enligt uppfinningen innefattar minst tre separata moduler, som är anordnade att hantera skilda funktioner. Det finns ett flertal olika typer av moduler och varje typ av modul har sin egen funktion. Varje modul har ett eget väldefinierat gränssnitt gentemot de övriga modulerna. När modulerna kopplas ihop, bildar de ett styrsystem med alla de funktioner som ett traditionellt styrsystem har. Styrsystemet som byggs ihop av de separata modulerna behöver inte innehålla alla typer av moduler och kan innehålla flera moduler av samma typ. Modulerna har sin egen strömförsörjning och är anordnade så att de kan kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna. Ett flertal av de olika typerna av moduler är också försedda med egen datorkraft.

Figur 2 visar ett styrsystem enligt en utföringsform av uppfinningen som styr tre robotar 2. I figuren visas fyra moduler, en huvuddatormodul 12 och tre drivmoduler 14. Styrsystemet innehåller även andra moduler som inte visas i figuren. Huvuddatormodulen 12 innefattar styrsystemets huvuddator 4 och hanterar huvuddatorns funktioner såsom att exekvera robotprogram och ge order till drivmodulen beträffande robotens rörelse såsom

önskad position och hastighet. Var och en av drivmodulerna 14 innefattar en axeldator 8 och en drivenhet 8. Drivmodulens funktion är att utföra huvuddatorns order så att roboten utför den beordrade rörelsen. Varje modul 12, 14 är innesluten i ett eget hölje 5 15 och utgör en separat fysisk enhet. Var och en av drivmodulerna 14 är direkt ansluten till huvuddatormodulen och kommunicerar med denna via en Ethernet-länk.

Figur 3 visar en annan utföringsform av ett styrsystem enligt 10 uppfinningen, där drivmodulerna 14 istället är anordnade i serie. Den första drivmodulen är ansluten till huvuddatormodulen 12 och till den andra drivmodulen som i sin tur är ansluten till den tredje drivmodulen. Dessa anslutningar innefattar kommunikation via Ethernet. Elkraft överförs separat till varje modul.

Figur 4 visar mer i detalj en utföringsform av ett styrsystem enligt 15 uppfinningen. Styrsystemet innefattar fem olika typer av moduler: en huvuddatormodul 12, en drivmodul 14, en kontrollmodul 16, en transformatormodul 18 och en kund-I/O-modul 20. Huvuddatormodulen 12 innehåller huvuddatorn, robotens kommunikationskort (RCC) och ett eller flera fältbusskort. Huvuddatorn utgör centrum av systemet och den styr och reagerar på kommunikation från andra delar av systemet. Huvuddatorn exekverar robotprogram och ger order till drivmodulen beträffande robotens position och hastighet. Drivmodulen 14 innefattar en drivenhet med 25 upp till nio drivdon, axeldator och kontaktorkort. En drivmodul kan således driva en sexaxlig robot med tre externa axlar.

Kontrollmodulen 16 innefattar en driftpanel med inbyggd strömförsörjning och styrsystemets kontrollpanel med nödstoppsknapp 30 och knappar för att välja olika inställningar samt en huvudströmbrytare. Kontrollmodulen 16 utgör centrum för säkerhetsfunktionerna hos roboten och den övervakar hela säkerhetskedjan. De flesta av de externa säkerhetssignalerna för roboten är anslutna 35 till driftpanelen. Kontrollmodulen innehåller företrädesvis en dator. En bärbar programmeringsenhet (TPU) 22 är också ansluten till kontrollmodulen 16. Programmeringsenheten 22 används av

en operatör för programmering av roboten. Kund-I/O-modulen innefattar I/O-paneler och är anpassad för att ta emot elektrisk utrustning eller annan elektronik. Vilken typ av elektronik eller utrustning som sätts in i modulen bestäms av robotens användare.

- 5 Utrustningen som sätts in kan exempelvis en svetsmaskin eller en målningsmaskin. Det möjligt för användaren att göra externa ändringar i denna modul, så att den passar användarens önskemål.

- 10 Transformatormodulen 18 innefattar en transformator och en strömbrytare. Transformatormodulen matas med växelspanning från elnätet och transformerar växelspanningen till önskad spänningsnivå. Transformatormodulen matar i sin tur de övriga modulerna med växelspanning. Alla moduler har sin egen strömförsörjning, vilket innebär att de är försedda med ett strömförsörjningsaggregat 26 som omvandlar inkommande växelström till likström och producerar de spänningar som behövs i modulen. Strömförsörjningsaggregaten 26 producerar spänningar med rätt kvalitet och med rätt nivå för sin modul.

20

Var och en av modulerna 12-20 är innesluten i ett hölje som skyddar mot föroreningar i omgivningen. De moduler som har behov därav är försedda med egen kylning. Inkommande spänning till transformatormodulen 18 transformeras av transformatorn till en lämplig spänningsnivå och tillförs sedan modulerna via kablar 24a-c anslutna till strömförsörjningsaggregaten 26 i modulerna. I detta utföringsexempel kommunicerar huvuddatormodulen 12 med kontrollmodulen 16 via en Ethernet-kabel 28a. Huvuddatormodulen 12 kommunicerar också med drivmodulen 14 via en Ethernet-kabel 28b. Huvuddatorn förser axeldatorn i drivmodulen med nya referenser var 4 ms. Huvuddatormodulen 12 och kund-I/O-modulen 20 är anslutna till varandra via en fältbuss 30.

35

Vilka moduler och hur många av varje typ som ingår i styrsystemet varierar beroende på applikation. Det bör åtminstone finnas en huvuddatormodul, en drivmodul och en kontrollmodul. Styrsy-

stemet kan ha ingen eller flera transformatormoduler respektive ingen eller flera kund-I/O-moduler. I en liten robotkonfiguration kan transformatorn istället placeras i drivmodulen.

- 5 Uppfinningen är inte begränsad till de visade utföringsformerna utan kan varieras och modifieras inom ramen för de efterföljande kraven. Uppdelningen av modulerna med avseende på vilka funktioner de ska hantera kan göras på andra sätt än de som visas i ovanstående utföringsexempel. Antalet olika typer av moduler
- 10 kan också variera. Principen vid uppdelningen av styrsystemets funktioner i olika moduler är att man väljer att dela upp funktionerna på så sätt så att det krävs så litet informationsutbyte som möjligt mellan modulerna. I en annan utföringsform av uppfinningen innehåller drivmodulen endast axeldatorn och drivdonen
- 15 är istället anordnade på roboten i anslutning till motorerna.



PATENTKRAV

1. Ett styrsystem för styrning av en eller flera manipulatorer (2), varvid styrsystemet innefattar en eller flera datorer (4, 6) och en eller flera drivenheter (8) för styrning av manipulatorn, kännetecknat av att styrsystemet innefattar ett flertal separata moduler (12, 14, 16, 18, 20), anordnade att hantera skilda funktioner, varvid var och en av modulerna har sin egen strömförsörjning (26) och är anordnad att kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna, och att nämnda en eller flera datorer (4, 6) och drivenheter (8) är anordnade i modulerna.
2. Ett styrsystem enligt krav 1, kännetecknat av att styrsystemet innefattar drivdon som styr motorer som driver manipulatorns rörelser, en axeldator (6) som tillhandahåller styrsignaler till drivdonen och en huvuddator (4) som är anpassad för att exekvera ett program med instruktioner för rörelserna och som förser axeldatorn med styrinstruktioner, varvid en av nämnda moduler är en huvuddatormodul (12), vilken innefattar huvuddatorn (4) och en annan av nämnda moduler är en drivmodul (14), vilken innefattar axeldatorn (6).
3. Ett styrsystem enligt krav 2, kännetecknat av att styrsystemet innefattar åtminstone två separata drivmoduler.
4. Ett styrsystem enligt krav 3, kännetecknat av att varje drivmodul (14) är anordnad att styra en manipulator (2).
5. Ett styrsystem enligt något av kraven 2-4, kännetecknat av att nämnda drivmodul (14) innefattar en drivenhet (8) som innehåller en eller flera drivdon.
6. Ett styrsystem enligt något av kraven 2-5, kännetecknat av att en av nämnda moduler är en transformatormodul (18) vilken innefattar en transformator.

7. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av att en av nämnda moduler är en kontrollmodul (16) vilken innefattar styrsystemets kontrollpanel.

5 8. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av att var och en av modulerna omsluts av ett eget hölje (15).

9. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av att modulerna är anordnade fysiskt åtskilda.

10

10. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av att åtminstone några av modulerna är anordnade att kommunicera via Ethernet.

15 11. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av att nämnda manipulator är en industrirobot (2).

12. Ett styrsystem enligt något av föregående krav, kännetecknat av styrsystemet innefattar åtminstone tre moduler.

20

13. Användning av ett styrsystem enligt något av kraven 1-11 för styrning av en industrirobot.

25 14. Metod för styrning av en eller flera manipulatorer (2), varvid styrsystemet innefattar en eller flera datorer (4, 6) och drivenheter (8) för styrning av manipulatorn, kännetecknad av att nämnda en eller flera datorer och drivenheter anordnas i moduler (12, 14, 16, 18, 20), och att modulerna anordnas med egen strömförsörjning (26) och att modulerna bringas att kommunicera med åtminstone någon av de övriga modulerna.

30

35 15. Metod enligt krav 14, kännetecknad av att styrsystemet innefattar drivdon som styr motorer som driver manipulatorns rörelser, en axeldator (6) som tillhandahåller styrsignaler till drivdonen och en huvuddator (4) som är anpassad för att exekvera ett program med instruktioner för rörelserna och som förser axel-

**datorn med styrinstruktioner, varvid axeldatorn och huvuddatorn
anordnas i skilda moduler.**

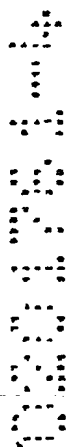
1
2
3
4
5
6
7
8
9
0

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

5 Ett styrsystem för styrning av en eller flera manipulatorer (2),
varvid styrsystemet innefattar en eller flera datorer (4, 6) och en
10 eller flera drivenheter (8) för styrning av manipulatorn. Styr-
systemet innefattar ett flertal separata moduler (12, 14) anordnade
att hantera skilda funktioner, varvid var och en av modulerna har
sin egen strömförsörjning och är anordnad att kommunicera med
åtminstone någon av de övriga modulerna, varvid datorerna (4,
6) och drivenheterna (8) är anordnade i modulerna.

15 Metod för styrning av en eller flera manipulatorer, varvid styrsy-
stemet innefattar en eller flera datorer (4, 6) och en eller flera
drivenheter (8) för styrning av manipulatorn. Styrsystemet delas
upp i ett flertal separata moduler anordnade att hantera skilda
funktioner, varvid modulerna förses med egen strömförsörjning
och bringas att kommunicera med åtminstone någon av de övriga
modulerna.

20 (Figur 2)



Patentbyrå

021 4702031

NO.742 16/17

1/2

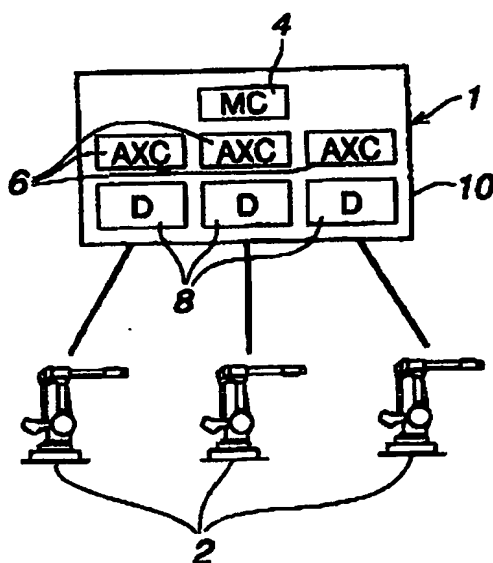


Fig 1

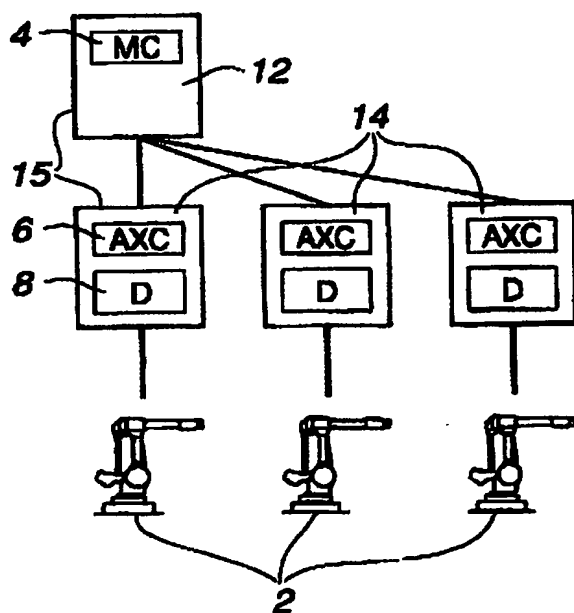


Fig 2

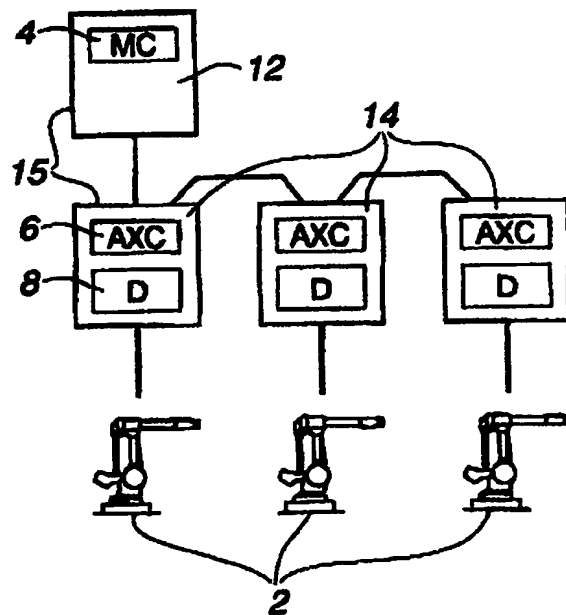


Fig 3

Patentbyrå

021 4702031

07/06 '02 16:08

2/2

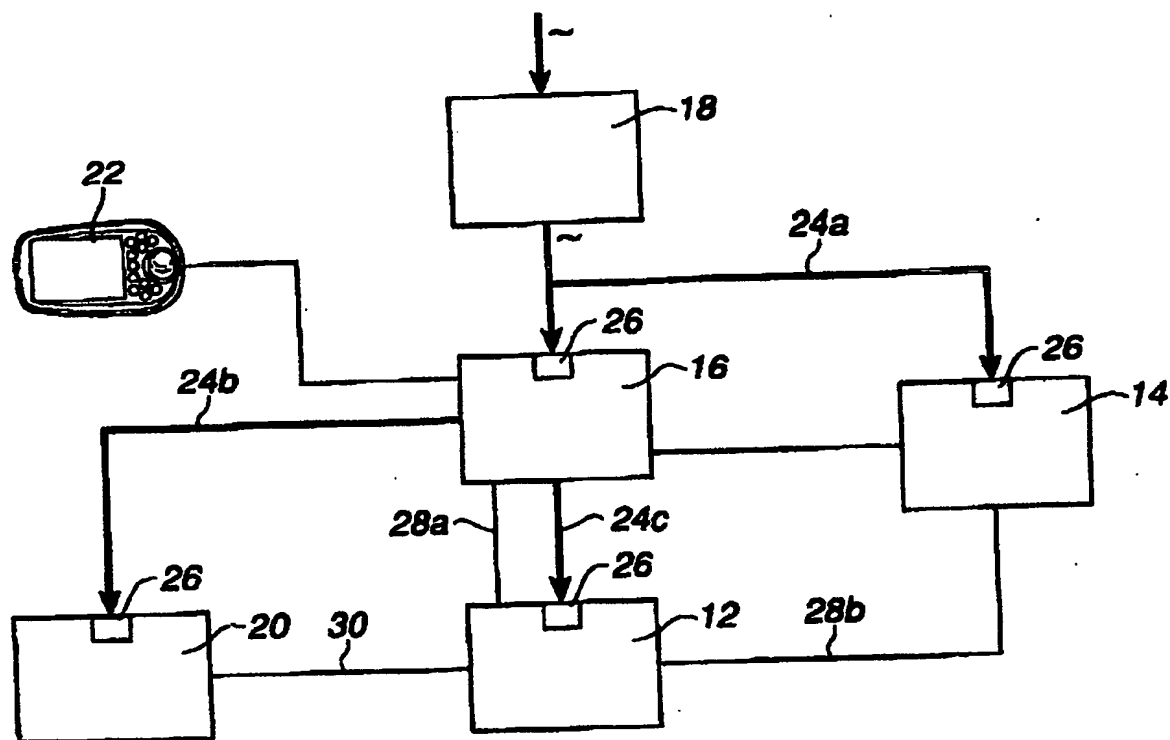


Fig. 4

021 4702031